

Повышение производительности SQL Server и снижение затрат за счет использования твердотельных накопителей DC500M Enterprise компании Kingston Technology

Октябрь 2019 г.

Автор — **Билл Pamoc** (Bill Ramos), **директор по управлению технической продукцией**, DB Best Technology.

Технические рецензенты: Хазем Авадалла, системный инженер, Kingston Technology





Содержимое

Краткий обзор	3
Проблема: прекращение поддержки SQL Server 2008	6
Решение: замена жестких дисков на твердотельные накопители Data Center DC500 Enterprise от ко Kingston Technology и обновление до SQL Server 2017	
Оборудование	9
Программное обеспечение	10
Сценарии тестирования для оценки производительности	12
Результаты тестирования	15
Результаты: SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами на жестком диске	15
Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M и с 16 виртуальными ядрами	16
Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M и с 8 виртуальными ядрами	17
Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M с 4 виртуальными ядрами	19
Заключение	21
Следующие шаги	22
Получите оценку своей среды от компании DB Best	22
Приложение А «Ведомость материалов для тестовой системы»	23
Конфигурации сервера	23
Программные платформы	25
Таблица рисунков	27
Торговые марии	28



Краткий обзор

Компании, использующие SQL Server 2008 и SQL Server 2008 R2, столкнулись с критически знаковым событием в июле 2019 года, когда корпорация Microsoft прекратила поддержку 1 этих баз данных. Вместе с прекращением поддержки корпорация Microsoft прекратила выпускать обновления безопасности для этих локально установленных версий SQL Server. Теперь эти базы данных столкнутся с большим риском взлома и больше не будут соответствовать многим нормативным требованиям.

Для обеспечения миграции и консолидации тех рабочих нагрузок² SQL Server 2008, которые должны оставаться локальными по нормативным причинам или по предпочтениям клиентов, необходимо экономически эффективное решение.

В настоящем документе демонстрируется, что рабочие нагрузки SQL Server 2008 могут быть экономически эффективно перенесены на современное аппаратное и программное решение с использованием современных серверов и твердотельных накопителей DC500M Enterprise компании Kingston Technology с помощью Microsoft SQL 2017, работающего под управлением ОС Windows Server 2019 Datacenter Edition.

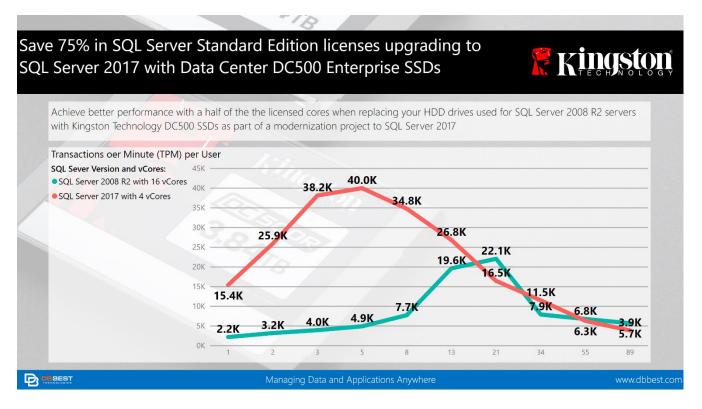
Недавно, компания DB Best Technologies вместе с компанией Kingston Technology работали над тем, чтобы продемонстрировать, что SQL Server 2017 с 8 виртуальными ядрами и твердотельными накопителями DC500 Enterprise от компании Kingston Technology (SSD) работает быстрее, чем SQL Server 2008 R2 c 16 виртуальными ядрами и жесткими дисками (HDD). Обычно, когда мы работаем с клиентами, желающими обновить свои серверы SQL Server 2008 до более новых версий SQL Server, мы обнаруживаем, что в этих системах для данных, журналов и базы данных tempdb используются жесткие диски.

² Для краткости термин «SQL Server 2008» относится как к версиям SQL Server 2008, так и к SQL Server 2008 R2.



¹ «Прекращение поддержки SQL Server 2008 и SQL Server 2008 R2» < https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2008>

На приведенной ниже диаграмме показано, что результаты оценки производительности ТРС-С, полученные с помощью инструмента HammerDB, использующего 2000 хранилищ, с SQL Server 2017, работающим на 4 виртуальных ядрах и Дисках Kingston Data Center DC500M с форм-фактором SATA, пропускной способностью 6 Гбит/с и емкостью 960 ГБ, превосходят результаты SQL Server 2008 R2 на 16 виртуальных ядрах и жестких диска Dell 400-ATJL с частотой вращения 10 000 об/мин, форм-фактором SAS, пропускной способностью 12 Гбит/с и емкостью 1,2 ТБ.



Но основании предыдущей оценки производительности, которую мы провели совместно с другими производителями оборудования и поставщиками решений для облачных вычислений, мы получили ясное представление о том, что, перейдя с более старых версий SQL Server на SQL Server 2017 с использованием твердотельных накопителей для журнала данных и базы данных tempdb, вы можете использовать меньшее количество виртуальных ядер.

Это означает, что при обновлении серверов SQL Server 2008 R2 до SQL Server 2017, вы можете сократить расходы на лицензирование SQL Server на 75%, да еще и повысив производительность!

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
ardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
oftware Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server com	pared to SQL Server 2	008 R2 with 16 vCores	39%	26%	0%
Savings in cost com	pared to SQL Server 2	018 R2 with 16 vCores	\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
	Savings in SQL	Server licensing costs	75%	50%	0%



Сервер SQL Server 2008 R2 был настроен как сервер, который обычно работает на более старом программном и аппаратном обеспечении. В частности, мы использовали 64-разрядную ОС Windows Server 2008 R2 Datacenter и 8 дисков Dell 10K SAS (номер детали Dell ST1200MM0099), которые были настроены как два физических тома в виде массива RAID 10 для отдельных файлов данных и журналов.

Сервер SQL Server 2017 был настроен как современный сервер. В частности, мы использовали 64-разрядную ОС Windows Server 2019 Datacenter и 8 дисков SEDC500M960G компании Kingston Technology, которые были настроены как два логических тома в виде массива RAID 10 для отдельных файлов данных и журналов.

Оба сервера были настроены с помощью системы виртуализации Windows Hyper-V. Система SQL Server 2008 R2 имела 16 виртуальных ядер и 128 ГБ оперативной памяти для виртуальной машины. Система SQL Server 2017 была протестирована с 8 и 4 виртуальными ядрами и 128 ГБ оперативной памяти для виртуальной машины.



Проблема: прекращение поддержки SQL Server 2008

SQL Server 2008 — одна из наиболее развернутых версий баз данных SQL Server. Поэтому прекращение поддержки SQL Server 2008 с июля 2019 года корпорацией Microsoft стало критически значимым событием для многих клиентов. Для рабочих нагрузок базы данных, которые останутся локальными из-за нормативных требований или предпочтений клиента, необходимо экономически эффективное решение, которое включает в себя миграцию на поддерживаемые версии SQL Server и Windows Server³. Корпорация Microsoft перешла на модель лицензирования на основе количества ядер как для SQL Server, так и для Windows Server. Это делает принятие решений о лицензировании более сложным, а ошибочные решения о лицензировании более дорогими.

В конце концов большинству клиентов придется вывести из эксплуатации оборудование эпохи 2008 года, на котором в настоящее время работает рабочая нагрузка SQL Server 2008. При этом они должны решить, на каком новом оборудовании будут выполняться перенесенные рабочие нагрузки. Имеется много вариантов: физические серверы, серверы для размещения виртуализированных рабочих нагрузок, частные облака, гиперконвергентные или дезагрегированные архитектуры, традиционное хранилище SAN или DAS, или новые программно-определяемые решения для хранения.

Изменения в модели лицензирования программного обеспечения корпорации Microsoft в последние годы сделали выбор программы лицензирования более сложным и увеличили стоимость лицензий на программное обеспечение до такой степени, что стоимость программного обеспечения может доминировать в общей стоимости системы.

Это повышает риск совершения дорогостоящей ошибки, если вы принимаете ошибочное решение о лицензировании. Ниже мы покажем, как грамотный выбор может свести к минимуму стоимость лицензий на программное обеспечение.

В настоящем техническом документе демонстрируется использование центра обработки данных DC500 Enterprise от компании Kingston Technology. Твердотельные накопители (SSD) могут снизить совокупный капитал и стоимость лицензий на 39%.

В настоящем техническом документе и проектном документе оценки производительности будет дана количественная оценка преимуществ использования последних достижений в области архитектуры аппаратного и программного обеспечения для достижения экономически эффективного решения проблем, с которыми сталкиваются клиенты, которых затрагивает прекращение поддержки SQL Server 2008.

³ В январе 2020 г. также ожидается прекращение поддержки Windows Server 2008 и Windows Server 2008 R2. См. раздел «Прекращение поддержки Windows Server 2008 и 2008 R2» https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-2008



6

Решение: замена жестких дисков на твердотельные накопители Data Center DC500 Enterprise от компании Kingston Technology и обновление до SQL Server 2017

Твердотельные накопители корпоративного уровня Kingston отвечают бизнес-требованиям, обеспечивая время безотказной работы и круглосуточную надежность. Накопители представляют собой производительные хранилища, которые характеризуется предсказуемой производительностью и надежностью, проверенную строгими испытаниями. Твердотельные накопители серии DC500 компании Kingston обладают характеристиками, благодаря которым центры обработки данных могут выбирать наиболее экономичные твердотельные накопители для своей рабочей нагрузки. Компаниям требуются результаты в процессе предоставления своих продуктов, решений и осуществления деятельности в рамках соглашений об уровне обслуживания (SLA). Твердотельные накопители серии DC500 компании Kingston созданы именно для осуществления этих ожиданий.

Microsoft SQL Server 2017

SQL Server 2017 обеспечивает надежность, безопасность и упрощенное управление для ваших критически важных рабочих нагрузок, и все это на платформе данных, которая для баз данных обработки транзакций в реальном масштабе времени (OLTP) обеспечивает высокоэффективное выполнение операций в оперативной памяти.

С момента выпуска SQL Server 2008 R2 разработчики SQL Server представили более 100 новых значительных функций, собрав их воедино в версии 2017.

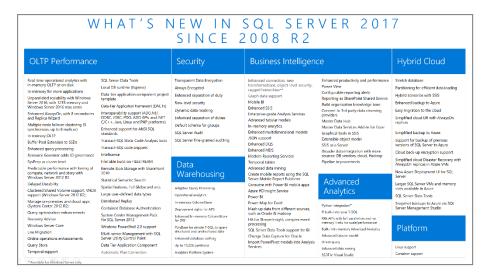


Рис. 1 Новые функции, добавленные в SQL Server, начиная с SQL Server 2008 R2

Основные функции обработки OLTP, доступные в SQL Server 2017, включают:

• **Производительность:** встроенный в память набор инструментов SQL Server выходит далеко за рамки отдельных функций и обеспечивает поддержку для значительного повышения производительности в широком диапазоне сценариев.



- **Безопасность и соответствие:** по мере развития в SQL Server были добавлены новые возможности для защиты данных как в состоянии покоя, так и в движении, вместе с новыми функциями, такими как «Always Encrypted» (Всегда зашифровано) и «Row-Level Security» (Безопасность на уровне строк).
- Доступность: Известный своей непревзойденной надежной производительностью, SQL Server добавляет новые значительные усовершенствования для группы доступности AlwaysOn, включая улучшенную балансировку нагрузки и новые функции для гибкого и эффективного резервного копирования.
- **Масштабируемость**: Новые достижения в области вычислений, хранения данных и сетевого взаимодействия будут оказывать непосредственное влияние на критически важные рабочие нагрузки SQL Server.
- Облачные службы: Новые инструменты в SQL Server и Microsoft Azure упрощают масштабирование в облаке, создание решений для внесения исправлений, резервного копирования и аварийного восстановления, а также доступ к ресурсам, независимо от места их нахождения локально, в частном или общедоступном облаке.

В этом тестировании основное внимание уделялось использованию дисковых таблиц по умолчанию, а не возможностей OLTP в памяти, поскольку нашей целью было продемонстрировать, как применение дисков DC500M компании Kingston Technology с SQL Server 2017 можно использовать для консолидации рабочих нагрузок SQL Server 2008, используя современное оборудование, не внося никаких изменений в базу данных, кроме ее простого обновления.

Windows Server 2019 Datacenter

OC Windows Server 2019 — готовая к использованию в облаке операционная система, которая обеспечивает новые уровни безопасности и инновации Microsoft Azure для приложений и инфраструктуры, которые поддерживают ваш бизнес. С точки зрения хранилища, Windows Server 2019 содержит новые функции и дополнительные возможности для программно-определяемого хранилища, а также для обычных файловых серверов.

Серия твердотельных накопителей Data Center DC500 компании Kingston

Серия твердотельных накопителей Data Center DC500 (DC500R или DC500M) компании Kingston представляет собой высокопроизводительные твердотельные накопители с форм-фактором SATA и пропускной способностью 6 Гбит/с, в которых используется новейшая технология 3D TLC NAND, предназначенная для обработки серверной рабочей нагрузки смешанного типа и ориентированной на чтение рабочей нагрузки. Они сконструированы с соблюдением строгих требований качества обслуживания (QoS) компании Kingston и способны обеспечить предсказуемую производительность при выполнении произвольных операций ввода-вывода, а также предсказуемо низкое время задержки при обработке широкого спектра рабочих нагрузок чтения и записи. Накопители могут повысить производительность в сферах задач ИИ, машинного обучения, анализа больших данных, облачных вычислений, программно определяемых хранилищ, операционных баз данных (ODB), приложений баз данных и хранения данных. Варианты емкости: 480 ГБ, 960 ГБ, 1,92 ТБ, 3,84 ТБ.



Рис. 2 Твердотельный накопитель Data Center DC500M компании Kingston с емкостью 960 ГБ, форм-фактором SATA и пропускной способностью 6 Гбит/с



Оборудование

В этом тестировании мы использовали два сервера PowerEdge R740XD компании Dell. Один из них использовался для оценки производительности SQL Server 2008 R2, работающего на ОС Windows Server 2008 R2 с жесткими дисками компании Dell с частотой вращения до 10 000 об/мин, форм-фактором SAS и емкостью 1,2 ТБ. Это — типичный вариант сервера, на котором все еще работает SQL Server 2008 R2. Второй сервер использовался для оценки производительности SQL Server 2017, работающего на ОС Windows Server 2019 с твердотельными накопителями DC500M емкостью 960 ГБ.

На каждом сервере использовались по два процессора Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85 Bt) DDR4-2400, всего 40 виртуальных ядер.

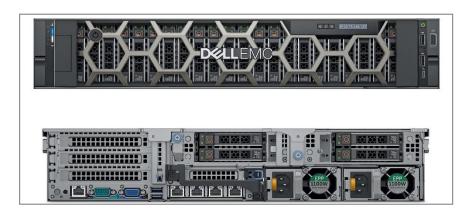


Рис. 3 Сервер для установки в стойку PowerEdge R740xd

Каждый сервер имел по 24 модуля памяти Server Premier KTD-PE426/32G от компании Kingston, входящие в состав общей оперативной памяти емкостью 768 ГБ.

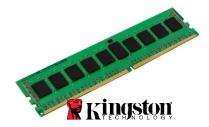


Рис. 4 288-контактный модуль регистровой памяти Server Premier компании Kingston типа DDR4 емкостью 32 ГБ с формфактором DIMM

Для сервера SQL Server 2008 R2 мы использовали 8 жестких дисков Dell с емкостью 1,2 ТБ, форм-фактором SAS и пропускной способностью 12 Гбит/с.





Рис. 5 Жесткий диск Dell с емкостью 1,2 ТБ, форм-фактором SAS и пропускной способностью 12 Гбит/с

Четыре диска были сконфигурированы с использованием RAID-контроллера PERC H740P с энергонезависимой кэш-памятью объемом 8 ГБ с использованием массива RAID 10 с полосой 64 КБ и размером выделенного пространства 64 КБ в качестве логического тома, используемого для файлов данных SQL Server. Другие четыре диска также были сконфигурированы с использованием массива RAID 10 с полосой 64 КБ и размером выделенного пространства 8 КБ в качестве логического тома, используемого для файлов журнала SQL Server. Мы использовали кэш упреждающего чтения (Read Ahead) и прямой записи (Write Through) RAID-контроллера.

Программное обеспечение

Каждый сервер без установленной ОС работал на ОС Windows Server 2019 Datacenter (вер. 10.0, сборка 17763) с ролью Hyper-V. Мы рассмотрели возможность использования технологии дисковых пространств Windows Storage Spaces для подключенного хранилища. Но дисковые пространства были недоступны в ОС Windows Server 2008 R2 Datacenter. Поэтому мы решили настроить диски с помощью RAID-контроллера.

На каждом сервере было настроено по две виртуальные машины, каждая с 16 виртуальными ядрами и 128 ГБ оперативной памяти. В качестве тестовой виртуальной машины для выполнения программы HammerDB, которая отправляет транзакции на тестовый сервер, мы использовали один образ.

Рабочие нагрузки SQL Server 2017 выполнялись на виртуальной машине Hyper-V с OC Windows Server 2019 в качестве гостевой ОС, запускающей SQL Server 2017 Developer Edition, и с 16 виртуальными ядрами для запуска. Рабочие нагрузки SQL Server 2008 R2 выполнялись на виртуальных машинах Hyper-V с Windows Server 2008 R2 в качестве гостевой ОС, управляющей SQL Server 2008 R2 Developer Edition, и 16 виртуальными ядрами.

Структура диска была такой:

Накопитель	Размер, ГБ	Назначение	Примечания	Общий размер используемых файлов SQL Server, (ГБ)
C:	129	Операционная система	SQL Server был установлен на каждой виртуальной машине с использованием sysprep	
D:	282	Данные	Размер кластера 64 КБ	Данные ТРСС (193), данные TempDB (16)
L:	400	Журнал	Размер кластера 8 КБ	Журнал ТРСС (20), журнал TempDB (0,5)

Рис. 6 Структура диска для виртуальных машин SQL Server, на которых выполняется тест производительности ТРС-С, с 2000 хранилищами для базы данных емкостью 157 ГБ.



Генерация нагрузки и настройка HammerDB

Для создания транзакционной рабочей нагрузки для 2000 хранилищ, подобной тесту производительности ТРС-С, использовался инструмент HammerDB. HammerDB, который обычно используется для оценки производительности баз данных, — это своего рода отраслевой стандарт, контролируемый сообществом. ТРС-С — стандарт оценки производительности, опубликованный Советом по оценке производительности обработки транзакций (ТРС) для рабочих нагрузок OLTP. Соответствие спецификации ТРС-С обеспечивает надежность и согласованность тестирования.

Для выполнения тестового прогона мы использовали базу данных объемом 157 ГБ, которая представляет собой базу данных OLTP среднего размера, основанную на данных, собранных от клиентов DB Best. Ниже показаны размеры каждой из таблиц, представленных в отчете SQL Server Management Studio «Disk Usage by Top Tables» (Использование дисковой памяти верхними таблицами).

Table Name	‡ # Recor s	d ‡	Reserved (KB)	\$	Data (KB)	Indexes (KB)	\$	Unused (KB)	\$
dbo.stock	200,0	00,000	64,134	928	64,000,000	134	896		32
dbo.customer	60,0	00,000	53,378,	304	43,636,368	9,741	808		128
dbo.order_line	599,9	62,513	39,434	768	39,341,808	92	888		72
dbo.history	60,0	00,000	3,605	944	3,605,184		184		576
dbo.orders	60,0	00,000	3,093	584	1,959,184	1,134	272		128
dbo.new_order	18,0	00,000	321,	544	320,720		736		88
dbo.district		20,000	321	016	160,000	160	952		64
dbo.warehouse		2,000	32.	272	16,000	16	096		176
dbo.item	1	00,000	9	544	9,416		32		96

Рис. 7 Размер каждой таблицы для базы данных ТРСС 2000 хранилищ

Мы решили запустить 10 групп виртуальных пользователей, используя ряды Фибоначчи 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и 89.

Hастройка SQL Server

SQL Server 2017 Standard Edition в виртуальных машинах был настроен так, как показано в таблице ниже.

Название параметра	Минимальное значение	Максимальное значение	Значение конфигурации	Значение при запуске
порог стоимости для параллелизма	-	32 767	50	50
порог курсора	(1)	2 147 483 647	(1)	(1)
трассировка по умолчанию включена	-	1	1	1
максимальная степень параллелизма	-	32 767	1	1
максимальная память сервера (МБ)	128	2 147 483 647	104 857	104 857
размер сетевого пакета (Б)	512	32 767	4096	4096
ожидание запроса (с)	(1)	2 147 483 647	(1)	(1)

Puc. 8 Конфигурация SQL Server, оптимизированная для рабочих нагрузок OLTP

Результаты теста записывались в виртуальную машину-драйвер HammerDB, а затем загружались в Power BI для анализа результатов.



Сценарии тестирования для оценки производительности

Обоснование оценки производительности

Оценка производительности ТРС-С существует с 1992 года, его официальное определение доступно на tpc.org⁴. Она обеспечивает реальное тестирование SQL Server и серверного оборудования, необходимое для лучшего понимания потенциальной производительности разных конфигураций сервера. Компания DB Веst использует эту оценку производительности для определения базовых версий виртуальных машин разного размера, которые работают локально или в разных облаках, чтобы помочь клиентам лучше планировать развертывание в новых средах.

HammerDB — бесплатное приложение для оценки производительности с открытым исходным кодом, которое поддерживает SQL Server, Oracle Database, IBM DB2, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Redis и Amazon Redshift. Оно поддерживает работу оценки производительности TPC-С для OLTP и оценки производительности TPC-Н для аналитических рабочих нагрузок хранилища данных. Исходный код приложения HammerDB доступен на <u>GitHub</u>, который размещен <u>TPC</u> для того, чтобы поставщики баз данных могли добавлять свои собственные версии оценки производительности.

С помощью приложения HammerDB⁵ можно создавать сценарии для создания баз данных, тестирования данных и запуска оценки производительности. Для этой оценки производительности мы использовали функцию автопилота, предназначенную для выполнения оценки производительности с 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и 89 пользователями одновременно. В этом плане нам нравится последовательность Фибоначчи, поскольку она позволяет вам лучше понять, как система реагирует на большее количество пользователей.

Функция автопилота предоставляет способ определения времени разгона, знание которого необходимо для того, чтобы все пользователи могли начинать обработку транзакций и нагревать базу данных в памяти сервера базы данных. Как правило, для запуска до 100 пользователей требуется 1 минута. Мы использовали время разгона 3 минуты, чтобы выделить достаточно времени до начала цикла тестирования.

Для цикла тестирования мы использовали 5-минутную продолжительность. В течение этого времени средство оценки производительности генерирует новые заказы по аналогии с тем, как обычная программа ввода заказов будет обрабатывать транзакции в течение определенного периода времени. Приложение HammerDB записывает фактическое количество транзакций, использованных для обработки новых заказов, и значение для новых заказов в минуту (New Orders Per Minute, NOPM) в качестве представления фактической работы, которую должна выполнить база данных.

В конце цикла HammerDB создает файлы журналов с информацией о транзакциях для каждого прогона пользователя. Кроме того, мы собрали основные счетчики производительности и другую системную информацию, чтобы помочь соотнести результаты с производительностью процессора, диска, сети и памяти.

⁵ Вебсайт HammerDB: http://www.tpc.org/tpc documents current versions/current specifications.asp



⁴ Список всех спецификаций ТРС находится по адресу http://www.tpc.org/tpc documents current versions/current specifications.asp

Производительность центрального процессора

Для оценки производительности центрального процессора мы используем однопоточный тест производительности⁶, используя SQL Server до запуска тестирования. В общем, процессор Intel Xeon Silver 4114 с тактовой частотой 2,2 ГГц, который мы использовали для теста, имеет более низкую тактовую частоту, чем процессоры Gold или Platinum⁷.

В нашем случае мы получили значение около 14 000. Более новые процессоры обычно запускают этот тест со значением около 7000. Тем не менее, мы выбрали этот процессор в качестве такого, который обычно используется сегодня для запуска существующих решений для баз данных SQL Server 2008 R2. (Значение 14 000 лучше или хуже, чем значение 7000? Мне нужна ясность здесь, а не для бумаги)

Оценка производительности ТРС-С поддерживает более быстрые процессоры. Таким образом, использование современного центрального процессора для SQL Server 2017 также поможет сократить количество необходимых виртуальных ядер. Тем не менее, наибольшее влияние на результаты оказывает производительность дискового накопителя.

Производительность диска

Чтобы узнать производительность диска на платформе Windows, мы используем программу с открытым исходным кодом под названием Diskspd, изначально разработанную корпорацией Microsoft⁸. Для платформ Linux мы используем FIO. При запуске программы Diskspd мы используем руководство Глена Берри (Glen Berry) «SQL Server MVP», в котором описано, как использовать Diskspd для соответствия шаблону ввода-вывода, используемому для транзакций SQL Server⁹. Вот как выглядит командная строка:

diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt

Вот некоторые основные показатели работы программы Diskspd с томами файлов данных, используемых для SQL Server 2008 R2 на жестком диске и SQL Server 2017 на дисках DC500M, которые оба сконфигурированы с помощью четырех дисков, использующих массив RAID 10.

⁹ Описание порядка использования программы корпорации Microsoft для тестирования вашей подсистемы хранения находится по адресу: https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage



_

⁶ Исходный код однопоточного теста производительности для SQL Server доступен по адресу: https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/

⁷ Полный список процессоров Intel Xeon и их технические характеристики находится по адресу https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html

⁸ Репозиторий GitHub для Windows Diskspd находится по адресу: https://github.com/Microsoft/diskspd

Вот результаты для тома жесткого диска, используемого для файлов данных SQL Server 2008 R2.

Total IO								
thread	bytes	I/O	s	MB/s	I/0	0 per s	AvgLat	LatStdDev
total:	4593909	76	56078	14.60) [:	1869.31	17.119	23.801
Read IO								
thread	bytes	I/0	s	MB/s	I/0	0 per s	AvgLat	LatStdDev
total:	3446784	100	42075	10.96	- 1	1402.53	20.563	21.940
Write IO								
thread	bytes	I/0	s	MB/s	I/0	0 per s	AvgLat	LatStdDev
total:	1147125	76	14003	3.65		466.78	6.772	26.069
Latency (m	ıs)							
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total	(ms)				
min	0.290	0.259		0.259				
25th	8.306	0.722	ĺ	5.497				
50th	14.220	2.336	1	0.825				
75th	25.396	6.475	2	1.006				
90th	42.511	11.673	3	7.731				
95th	56.386	15.962	5	1.870				
99th	94.808	73,804	9	3.303				

Рис. 9 Результаты работы программы Diskspd для жесткого диска, используемого для SQL Server 2008 R2

Сравните это с результатами тома данных, использующего диски DC500M компании Kingston Technology.

		_		_						_		_		_
b	ytes		I/C)s		MB/s		I/0	per s		AvgLat		LatStdDev	
241	283645	44	29	45357		767.0	2	98	178.97	I	0.325		0.252	
b	ytes		I/C)s		MB/s		I/0	per s		AvgLat	1	LatStdDev	
180	841922	56	22	07543	1	574.8	8	73	585.07	Ì	0.334	ĺ	0.262	
b	ytes		I/C)s		MB/s		I/0	per s	Τ	AvgLat	Т	LatStdDev	
60	441722	88	7	37814	Ĺ	192.1	4	24	593.90	Ĺ	0.297	Ĺ	0.219	
ms)														
Read	(ms)	Wri	te (ms)	Tot	al	(ms)								
0	.074		0.063	ĺ	0	.063								
0	.211		0.199	ĺ	0	.208								
0	.281		0.257	İ	0	.274								
0	.377		0.333	İ	0	.365								
0	.524		0.464	ĺ	0	.512								
0	.629		0.570		0	.612								
1	204		0 060	1	1	272								
	241. by 1806 by 600 ms) Read 0 0 0 0 0 0	bytes 180841922 bytes 60441722	bytes 18084192256	24128364544 29 bytes I/O 18084192256 22 bytes I/O 6044172288 7 ms) Read (ms) Write (ms) 0.074 0.063 0.211 0.199 0.281 0.257 0.377 0.333 0.524 0.464 0.629 0.570	24128364544 2945357 bytes I/Os 18084192256 2207543 bytes I/Os 6044172288 737814 ms) Read (ms) Write (ms) Tot 0.074 0.063 0.211 0.199 0.281 0.257 0.377 0.333 0.524 0.464 0.629 0.570	bytes I/Os 18084192256 2207543 bytes I/Os 18084192256 2207543 bytes I/Os 6044172288 737814 ms) Read (ms) Write (ms) Total 0.074 0.063 0 0.211 0.199 0 0.281 0.257 0 0.377 0.333 0 0.524 0.464 0 0.629 0.570 0	24128364544	24128364544	24128364544 2945357 767.02 98 bytes I/Os MB/s I/O 18084192256 2207543 574.88 73 bytes I/Os MB/s I/O 6044172288 737814 192.14 24 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612	24128364544 2945357 767.02 98178.97 bytes I/Os MB/s I/O per s 18084192256 2207543 574.88 73585.07 bytes I/Os MB/s I/O per s 6044172288 737814 192.14 24593.90 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612	24128364544 2945357 767.02 98178.97 bytes I/Os MB/s I/O per s 18084192256 2207543 574.88 73585.07 bytes I/Os MB/s I/O per s 6044172288 737814 192.14 24593.90 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612	24128364544 2945357 767.02 98178.97 0.325 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat 18084192256 2207543 574.88 73585.07 0.334 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat 6044172288 737814 192.14 24593.90 0.297 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612	24128364544 2945357 767.02 98178.97 0.325 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat 18084192256 2207543 574.88 73585.07 0.334 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat 6044172288 737814 192.14 24593.90 0.297 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612	24128364544 2945357 767.02 98178.97 0.325 0.252 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat LatStdDev 18084192256 2207543 574.88 73585.07 0.334 0.262 bytes I/Os MB/s I/O per s AvgLat LatStdDev 6044172288 737814 192.14 24593.90 0.297 0.219 ms) Read (ms) Write (ms) Total (ms) 0.074 0.063 0.063 0.211 0.199 0.208 0.281 0.257 0.274 0.377 0.333 0.365 0.524 0.464 0.512 0.629 0.570 0.612

Рис. 10 Результаты работы программы Diskspd для дисков DC500M, используемых для SQL Server 2017

В своей практике обновления баз данных у наших клиентов мы часто видим это несоответствие старых дисков с SQL Server.



Показатели эффективности

Во время реальных тестовых прогонов мы отслеживаем производительность с помощью команды OC Windows typeperf, предназначенной для сбора счетчиков производительности OC и SQL Server 10 .

Результаты тестирования

При каждом тестировании мы выполняем по три прогона, а затем, чтобы сообщить о результатах, усредняем полученные показатели производительности.

Результаты: SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами на жестком диске

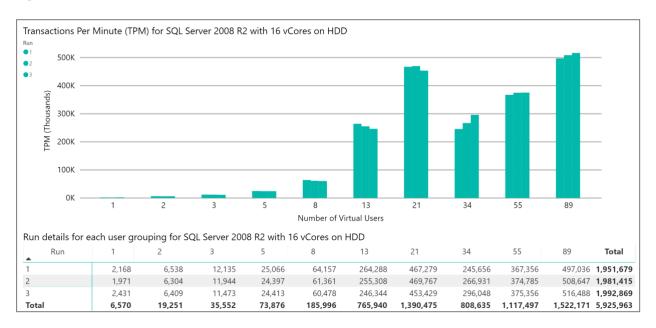


Рис. 11 Результаты тестирования SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами на жестком диске

¹⁰ Документация по Windows typeperf находится на https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf



_

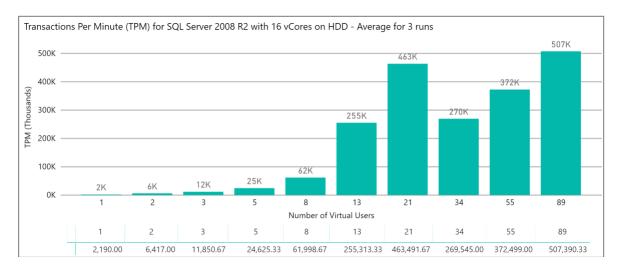


Рис. 12 Средние за 3 прогона результаты тестирования SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами

Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M и с 16 виртуальными ядрами

Для SQL Server 2017 мы сначала протестировали систему с использованием 16 виртуальных ядер, чтобы выяснить, как ее можно будет сравнить с SQL Server 2008 R2, работающим с жестким диском. Вот сравнение между двумя версиями.

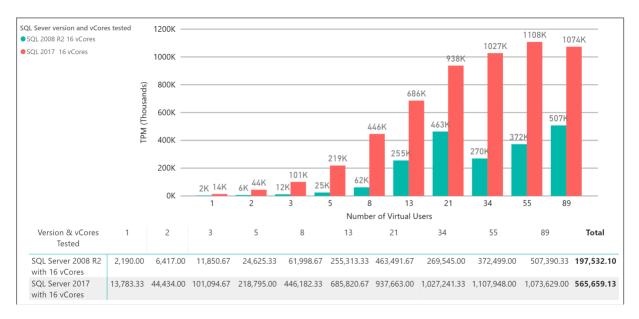


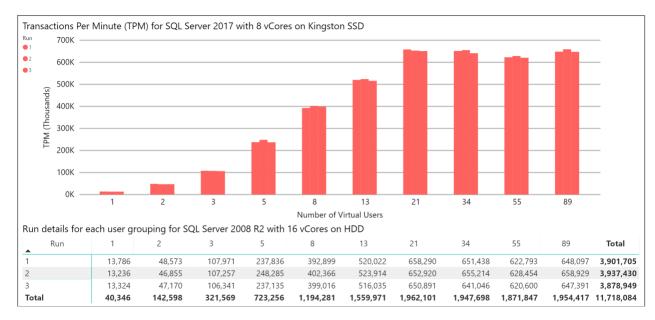
Рис. 13 Сравнение SQL Server 2008 R2 на жестком диске и SQL Server 2017 с дисками DC500M и с 16 виртуальными ядрами

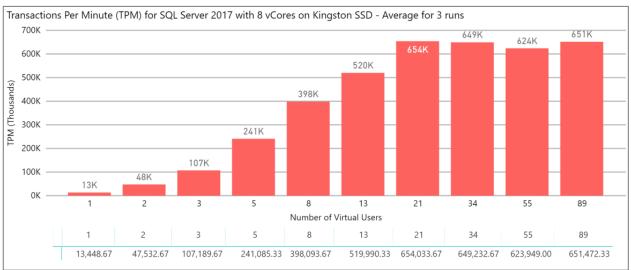
Общий прирост производительности впечатляющий. Если бы пользователи системы SQL Server 2008 R2 были довольны своей текущей производительностью, SQL Server 2017 с дисками DC500M поразил бы их. В проектах по консолидации и обновлению баз данных мы ищем способы снижения затрат клиентов, чтобы подтолкнуть их перейти на последнюю версию SQL Server. Использование дисков DC500M позволяет уменьшить количество виртуальных ядер, необходимых для достижения аналогичной производительности с существующими решениями для баз данных, благодаря способности твердотельного накопителя корпоративного уровня обрабатывать большее количество транзакций с меньшей задержкой.



Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M и с 8 виртуальными ядрами

Наша следующая итерация состояла в том, чтобы запустить тест оценки производительности на виртуальной машине только с 8 виртуальными ядрами и теми же дисками сервера емкостью 128 ГБ. Исходя из нашего предыдущего опыта, мы могли бы сократить объем памяти до 32 ГБ и продолжать наблюдать аналогичные результаты.





В этом тестовом прогоне мы отслеживали процент использования центрального процессора во время оценки производительности в сравнении со временем простоя.



На приведенной ниже диаграмме красная линия, которая начинается со значения 94 для 1 пользователя, представляет собой процент простоя системы. Зеленая линия представляет процент использования процессорного времени SQL Server.

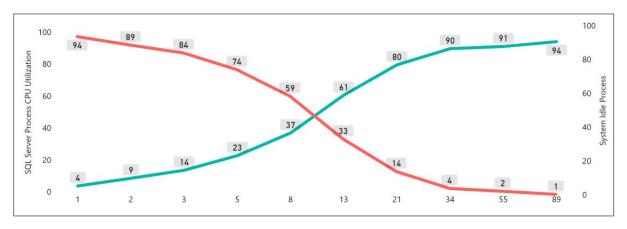


Рис. 14 Процентное соотношение времени работы и простоя процессора системы SQL Server 2017, работающей с 8 виртуальными ядрами

При небольшом количестве пользователей для обработки запросов транзакций SQL Server требуется очень небольшой центральный процессор. Процесс простоя системы на нижнем конце в основном связан с эффективностью дисков Kingston DC500M. По сути, сервер буквально ничего не делает.

По мере увеличения количества пользователей загрузка процессора возрастает, пока мы не достигнем состояния, когда процессор начинает превращаться в «узкое» место системы. С другой стороны, ожидается, что по мере сокращения времени простоя будет снижаться и количество процессов простоя системы. Но тут начинает проявляться другой процесс простоя системы. Это время ожидания, в течение которого SQL Server должен записывать данные из памяти в файл журнала транзакций по мере увеличения количества транзакций. Это на самом деле хорошо.

По сути, это связано с тем, что четыре диска массива RAID 10 могут достичь 98 000 операций ввода-вывода в секунду с задержкой в 1,3 мс при 99-м процентиле.

При наличии 89 пользователей система работает с оптимальной пропускной способностью, используя 8 виртуальных ядер и ЦП 94% времени, и только 1% времени расходуется на ожидание.

Сравните этот результат со следующими данными, полученным при тестировании SQL Server 2018 R2 с 16 виртуальными ядрами и жесткими дисками.

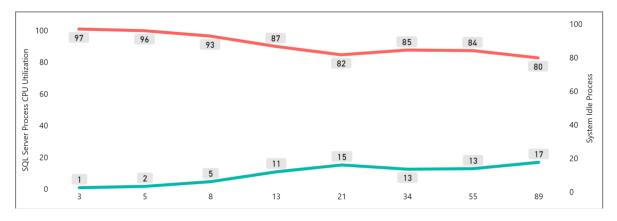


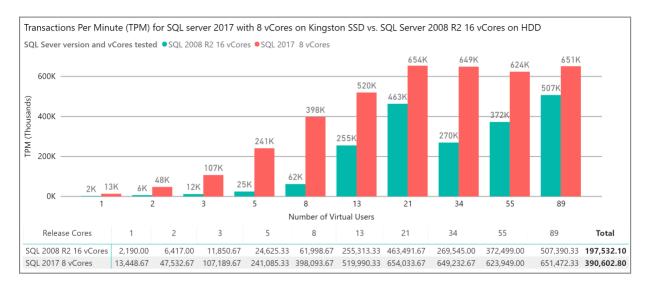
Рис. 15 Процентное соотношение времени работы и простоя ЦП системы SQL Server 2008 R2, работающей с 16 виртуальными ядрами



Причина, по которой загрузка процессора не увеличивается по сравнению с работой SQL Server 2017, заключается в том, что другой процесс простоя при работе — это время ожидания, необходимое SQL Server 2008 R2 для чтения данных с более медленных дисков в его кэш пула буферов. Поскольку приложение HammerDB выдает транзакции с высокой скоростью, SQL Server также ожидает фиксаторов и блокировок из-за дополнительного времени ожидания.

Для жестких дисков количество операций ввода-вывода в секунду, о которых сообщает Diskspd, составлял только около 1900 штук. Это более чем в 50 раз медленнее, чем у дисков Kingston DC500M!

Ниже приведено сравнение между SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами и SQL Server 2017 с 8 виртуальными ядрами.



Puc. 16 Сравнение SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами и SQL Server 2017 с 8 виртуальными ядрами

Хотя это уже демонстрирует высокую производительность SQL Server 2017, для сокращения количества виртуальных ядер все еще есть место.

Результаты: SQL Server 2017 на дисках DC500M с 4 виртуальными ядрами

Чтобы лучше понять, насколько более быстрые диски Kingston DC500M могут уменьшить количество ядер, необходимых для SQL Server, мы сократили количество виртуальных ядер до 4 штук, а ОЗУ до 128 ГБ. На диаграмме ниже показано сравнение (в транзакциях в минуту) с SQL Server 2008 R2 на жестком диске.



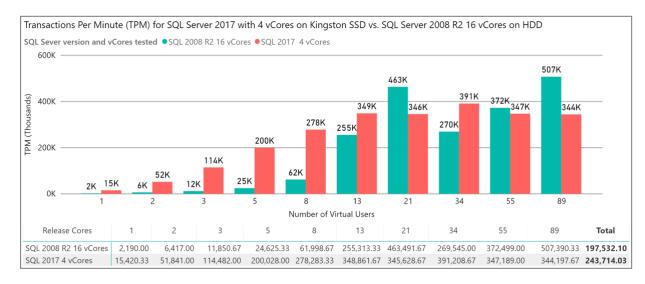


Рис. 17 Сравнение SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами и SQL Server 2017 с 4 виртуальными ядрами

Эта диаграмма показывает, что для всех работающих пользователей среднее количество транзакций в минуту для SQL Server 2008 R2 составляло 197 532 против 243 714 для SQL Server 2017 только с 4 виртуальными ядрами. По сути, SQL Server 2017, использующий 4 виртуальных ядра, на дисках Kingston DC500M, работает в 1,2 раза быстрее.

Если смотреть со стороны пользователя, следующая диаграмма показывает количество транзакций в минуту на каждого пользователя для каждой из групп пользователей для SQL Server 2018 R2 с 16 виртуальными ядрами в сравнении с SQL Server 2017 с 4 виртуальными ядрами.

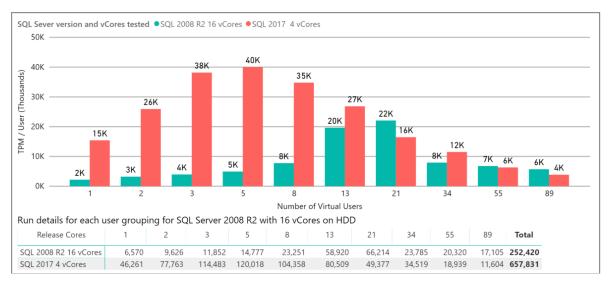


Рис. 18 Сравнение количества транзакций в минуту на каждого пользователя для SQL Server 2017 с 4 виртуальными ядрами и SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами

Если смотреть со стороны количества транзакций в минуту на каждого пользователя, один пользователь в SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами на жестком диске смог достичь выполнения 2190 транзакций в минуту. При 89 пользователях, несмотря на то, что у SQL Server 2008 R2 было 5702 транзакций в минуту на каждого пользователя, SQL Server 2017 только с 4 виртуальными ядрами и дисками Kingston DC500M мог поддерживать 3868 транзакций в минуту на каждого пользователя. Если смотреть со стороны пользователя, SQL Server 2017 будет по-прежнему работать быстрее, чем SQL Server 2008 R2, почти в 1,8 раза.



Заключение

Консолидация рабочих нагрузок повышает эффективность работы ИТ-организаций, а также поставщиков облачных и хостинговых услуг, используя растущую мощность современных хост-серверов, предназначенных для поддержки растущего числа рабочих нагрузок. Увеличение плотности рабочих нагрузок — количества рабочих нагрузок, выполняемых на хост-сервере — способствует экономии консолидации за счет уменьшения количества хост-серверов, необходимых для выполнения определенного количества рабочих нагрузок.

Решения компании Kingston в отношении памяти и хранения данных в высокопроизводительных центрах обработки данных, состоящие из твердотельных накопителей (DC500M) и серверной памяти (Server Premier), обеспечивают такое соотношение цены и производительности, которое не только способствует повышению эффективности рабочей нагрузки, но также может оптимизировать прибыльность бизнеса при одновременном снижении общей стоимости владения.

Снижение количества необходимых хост-серверов приводит к снижению затрат на лицензирование аппаратного и программное обеспечения. Стоимость лицензии на программное обеспечение имеет решающее значение при оценке потенциальной экономии (см. Приложение А «Ведомость материалов для тестовой системы»), которая обеспечивает розничную стоимость конфигураций хост-сервера, используемых во время этого тестирования.

Стоимость лицензий на программное обеспечение доминирует в общей стоимости системы, в первую очередь за счет лицензий на SQL Server Standard Edition на основе количества ядер, что составляет 113% от общей стоимости системы для 16 виртуальных ядер.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server com	pared to SQL Server 2	008 R2 with 16 vCores	39%	26%	0%
Savings in cost com	pared to SQL Server 2	018 R2 with 16 vCores	\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
	Savings in SQL	Server licensing costs	75%	50%	0%
Percentage of the SQL Server licer	se costs compared to	the hardware and OS	28%	56%	113%

Рис. 19 Общее сравнение затрат и того, как сокращение количества виртуальных ядер может значительно снизить ваши затраты за счет использования дисков DC500M

Большая консолидация рабочей нагрузки с использованием меньшего количества ядер означает, что вам потребуется меньше лицензий на основе количества ядер, и вы сможете добиться значительной экономии.

Высокая загрузка процессора с почти нулевой задержкой ввода-вывода указывает на то, что производительность хранилища из твердотельного накопителя достаточно высока, чтобы поддерживать загрузку процессора, даже для максимального количества пользователей.



Следующие шаги

Обратитесь в компанию Kingston Technology, чтобы узнать, как твердотельные накопители корпоративного уровня Data Center DC500 (DC500R или DC500M) могут оптимизировать потребности вашего бизнеса, повысить эффективность вашей рабочей нагрузки и снизить совокупную стоимость владения при миграции рабочих нагрузок с Microsoft SQL Server 2008 на SQL Server 2017.

Чтобы узнать больше о твердотельных накопителях Kingston DC500 Enterprise, посетите вебсайт https://www.kingston.com/us/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive. Вы также можете использовать систему онлайн-консультанта (Live Chat), расположенную на веб-

страницеhttps://www.kingston.com/us/support/technical/emailcustomerservice.

Получите оценку своей среды от компании DB Best

Мы ожидаем, что ни одна конфигурация и рабочие нагрузки сервера клиента не будут идентичны нашей тестовой среде, и различия не повлияют на последствия этих решений. Хотя мы считаем, что допущения и варианты, отраженные в нашей тестовой среде, являются разумными и репрезентативными, а полученные результаты отражают итоги тщательного тестирования, мы призываем всех клиентов, оценивающих применимость этих решений, организовать оценку своей уникальной среды, обратившись в компанию DB Best.

Свяжитесь с нами в Интернете по адресу https://www.dbbest.com/company/contact-us/

Или свяжитесь с Дмитрием Балиным, <u>Dmitry@dbbest.com</u>, или с любым из авторов статьи.



Приложение А «Ведомость материалов для тестовой системы»

Конфигурации сервера

Ниже приведена копия ведомости материалов для сервера Dell PowerEdge R740XD с двумя серверными процессорами Intel Xeon Silver 4114 2.2G с общим количеством ядер, состоящим из 20 физических или 40 виртуальных ядер.

	PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238] Estimated delivery date: Nov. 9, 2018	1	\$7,595.6
	Estimated delivery date. Nov. 7, 2016		
210-AKZR	PowerEdge R740XD Server	1	
329-BDKH	PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	
461-AADZ	No Trusted Platform Module	1	
321-BCRC	Chassis up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVME Drives, 2CPU Configuration	1	
340-BLBE	PowerEdge R740XD Shipping	1	
343-BBFU	PowerEdge R740 Shipping Material	1	
338-BLUS	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s , 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	
374-BBPP	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s , 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	
370-ADNU	2666MT/s RDIMMs	1	
370-AAIP	Performance Optimized	1	
780-BCDS	Unconfigured RAID	1	
405-AANR	PERC H740P RAID Controller, 8GB NV Cache, Adapter, Full Height	1	
619-ABVR	No Operating System	1	
421-5736	No Media Required	1	
385-BBKT	iDRAC9,Enterprise	1	
528-BCBW	iDRAC Digital License	1	
379-BCQV	iDRAC Group Manager, Enabled	1	
379-BCSF	iDRAC.Factory Generated Password	1	
330-BBHD	Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	
540-BBBW	Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card	1	
384-BBPZ	6 Performance Fans forR740/740XD	1	
450-ADWS	Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	
350-BBBW	No Bezel	1	
389-BTTO	PE R740XD Luggage Tag	1	
350-BBJV	No Quick Sync		
750-AABF	Power Saving Dell Active Power Controller		
770-BBBO	ReadyRails Sliding Rails Without Cable Management Arm		
631-AACK	No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit		
332-1286	US Order		
813-6068	Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service		
813-6075	ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years		
813-6087	ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years		
013-0007	Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit //www.dell.com/support or call		
989-3439	1-800- 945-3355	1	
900-9997	On-Site Installation Declined	1	
973-2426	Declined Remote Consulting Service	1	
370-ADNI	8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	
400-ASEG	120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	
400-AWLI	Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	
450-AALV	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	

Рис. 20 Ведомость материалов для сервера Dell PowerEdge R740XD

Поскольку компания Kingston Technology является ведущим поставщиком памяти для клиентских и корпоративных систем, мы решили использовать их модуль памяти KTD-PE426/32G. На сервере использовалось 24 модуля, которые в данный момент указаны на вебсайте компании CDW¹¹ по цене 204,99 долл. США за модуль (на дату XXX). Общая «розничная» цена серверной памяти составит 4919,76 долл. США.

¹¹ Прайс-лист на модули памяти KTD-PE426/32G компании Kingston Technology был взят 16 октября 2019 г. на вебстранице https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh.



23

Для системы тестирования SQL Server 2017 компания Kingston Technology предоставила 8 дисков SEDC500M с емкостью 960 ГБ, форм-фактором SATA и пропускной способностью 6 Гбит/с. Эти диски в настоящее время указаны на вебсайте компании CDW^{12} по цене 226,99 долл. CWA за модуль на общую сумму 1815,92 долл. CWA (по состоянию на дату XXX).

Для системы тестирования SQL Server 2008 R2 ниже приведена ведомость материалов для 8 дисков Dell 400-ATJL.



Рис. 21 Ведомость материалов для 8 дисков Dell 400-ATJL

В таблице ниже приведены сводные данные о стоимости оборудования для тестовых систем.

Компонент	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114, 2400 МГц	7595,62 долл. США	7595,62 долл. США
KTD-PE426/32G	4919,76 долл. США	4919,76 долл. США
SEDC500M, 960 ГБ, SATA, 6 Гбит/с	1815,92 долл. США	
DELL 400-AJPI, 1,2 ТБ, SAS, 1,2 Гбит/с		1560,00 долл. США
Итого	14 331,30 долл. США	14 075,38 долл. США

Рис. 22 Стоимость аппаратного сервера

 $^{^{12}}$ Прайс-лист на диски SEDC500M/960G компании Kingston Technology взяты 16 октября 2019 года.



_

Программные платформы

В протестированной системе использовались ОС Windows Server 2019 Data Center Edition и SQL Server 2017 Developer Edition. В указанной ниже стоимости лицензии используется версия SQL Server Standard Edition, поскольку она поддерживает до 24 ядер и 128 ГБ памяти, которые SQL Server может использовать для своей оперативной памяти.

О лицензировании SQL Server

В рабочих нагрузках SQL Server 2008, предусмотренных в этом решении, использовалась версия SQL Server 2008 Standard Edition. В дальнейшем будет продолжать использоваться версия SQL Server 2017 Standard Edition.

При запуске нескольких виртуализированных экземпляров SQL Server необходимо учитывать несколько стратегий лицензирования¹³.

- Каждая виртуальная машина лицензируется отдельно каждая виртуальная машина лицензируется для версии Standard Edition с минимум 4 лицензиями на ядро на каждую виртуальную машину (даже для виртуальной машины, использующей менее 4 виртуальных ядер).
- Стоимость версии Standard Edition «Open no level pricing (US\$)» (Рекомендованная розничная цена, долл. США) составляет 3717 долл. США за пакет из 2 ядер¹⁴.
- Обычно соотношение виртуальных ядер к физическим ядрам 2:1 обеспечивается с помощью технологии гиперпоточности сервера, которая доступна на процессоре Dell PowerEdge R740XD.
- Чтобы лицензировать отдельные виртуальные машины с использованием модели на основе количества ядер, клиенты должны приобрести лицензию на ядро для каждого из виртуальных ядер (или виртуального процессора, виртуального ЦП, виртуального потока), выделенного данной виртуальной машине, при этом на одну виртуальную машину должно приобретаться не менее четырех лицензий на ядро. С точки зрения лицензирования виртуальное ядро сопоставляется с аппаратным потоком.

¹⁴ Цены на SQL Server 2017, взятые 16 октября 2019 г. с вебсайта https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing



25

¹³ Дополнительную информацию можно найти в руководстве по лицензированию SQL Server 2017, размещенную по адресу https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL Server 2017 Licensing guide.pdf

В таблице ниже показаны затраты на лицензирование SQL Server для виртуальных машин, в которых используется модель на основе количества ядер, с версией Standard Edition.

2-ядерный пакет SQL Server Standard Edition	Виртуальные ядра для лицензирования	Стоимость лицензии
3 717,00 долл. США	4	7 434,00 долл. США
	8	14 868,00 долл. США
	16	29 736,00 долл. США

Рис. 23 Лицензия на основе количества ядер для виртуальных машин, в которых используется версия Standard Edition

Очевидно, что сокращение числа виртуальных ядер должно быть приоритетом при обновлении с SQL Server 2008 R2 на SQL Server 2017.

О лицензировании Windows Server

В этой системе используется ОС Windows Server 2019 Datacenter Edition, которая также предоставляет неограниченное количество виртуальных машин Hyper-V для каждого лицензированного сервера. Стоимость версии Datacenter указана для лицензий на 16 ядер с «Pricing Open NL ERP (USD)» (Рекомендованная розничная цена для конечных пользователей, долл. США) в размере 6155 долл. США. Поскольку каждый физический сервер имеет 20 ядер, стоимость ОС Windows Server 2019 Datacenter Edition составит 12 310 долл. США¹⁵.

Общая стоимость системы

В таблице ниже приведены общие затраты на аппаратное и программное обеспечение для протестированных систем.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings com	pared to SQL Server 2	008 R2 with 16 vCores	39%	26%	0%
Savings in cost comp	pared to SQL Server 2	018 R2 with 16 vCores	\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00

Рис. 24 Общие затраты на работающий SQL Server 2008 R2 на жестком диске по сравнению с затратами на SQL Server 2017 с 4 и 8 виртуальными ядрами, в котором используются диски Kingston DC500M

Как вы можете видеть, уменьшив количество виртуальных ядер с 16 до 8, необходимых для работы SQL Server 2017 с дисками DC500M компании Kingston Technology, вы можете использовать сэкономленные средства для покупки нового сервера. При дальнейшем сокращении затрат на 7434 долл. США при переходе на 4 виртуальных ядра вы можете покрыть 60% стоимости лицензии на версию Windows Server 2019 Datacenter.

¹⁵ Цены на OC Windows Server 2019 Datacenter по состоянию на 16 октября 2019 г. взяты на веб-сайте: https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing



26

Таблица рисунков

Рис. 1 Новые функции, добавленные в SQL Server, начиная с SQL Server 2008 R2	7
Рис. 2 Твердотельный накопитель Data Center DC500M компании Kingston с емкостью 960 ГБ,	
форм-фактором SATA и пропускной способностью 6 Гбит/с	8
Рис. 4 288-контактный модуль регистровой памяти Server Premier компании Kingston типа DDR4	
емкостью 32 ГБ с форм-фактором DIMM	9
Рис. 5 Жесткий диск Dell с емкостью 1,2 ТБ, форм-фактором SAS и пропускной способностью 12 Гбит/с	. 10
Рис. 6 Структура диска для виртуальных машин SQL Server, на которых выполняется тест	
производительности ТРС-С, с 2000 хранилищами для базы данных емкостью 157 ГБ	. 10
Рис. 7 Размер каждой таблицы для базы данных ТРСС 2000 хранилищ	. 11
Рис. 8 Конфигурация SQL Server, оптимизированная для рабочих нагрузок OLTP	. 11
Рис. 9 Результаты работы программы Diskspd для жесткого диска, используемого для	
SQL Server 2008 R2	. 14
Рис. 10 Результаты работы программы Diskspd для дисков DC500M, используемых для SQL Server 2017	. 14
Рис. 11 Результаты тестирования SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами на жестком диске	. 15
Рис. 12 Средние за 3 прогона результаты тестирования SQL Server 2008 R2 с	
16 виртуальными ядрами	. 16
Рис. 13 Сравнение SQL Server 2008 R2 на жестком диске и SQL Server 2017 с дисками DC500M и с	
16 виртуальными ядрами	. 16
Рис. 14 Процентное соотношение времени работы и простоя процессора системы SQL Server 2017,	
работающей с 8 виртуальными ядрами	. 18
Рис. 15 Процентное соотношение времени работы и простоя ЦП системы SQL Server 2008 R2,	
работающей с 16 виртуальными ядрами	. 18
Рис. 16 Сравнение SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами и SQL Server 2017 с	
8 виртуальными ядрами	. 19
Рис. 17 Сравнение SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрами и SQL Server 2017 с	
4 виртуальными ядрами	. 20
Рис. 18 Сравнение количества транзакций в минуту на каждого пользователя для SQL Server 2017	
с 4 виртуальными ядрами и SQL Server 2008 R2 с 16 виртуальными ядрамия	
Рис. 19 Общее сравнение затрат и того, как сокращение количества виртуальных ядер может значительн	
снизить ваши затраты за счет использования дисков DC500М	
Рис. 20 Ведомость материалов для сервера Dell PowerEdge R740XD	
Рис. 21 Ведомость материалов для 8 дисков Dell 400-ATJL	
Рис. 22 Стоимость аппаратного сервера	. 24
Рис. 23 Лицензия на основе количества ядер для виртуальных машин, в которых используется	
версия Standard Edition	. 26
Рис. 24 Общие затраты на работающий SQL Server 2008 R2 на жестком диске по сравнению с затратами	
на SOL Server 2017 с 4 и 8 виртуальными ядрами, в котором используются лиски Kingston DC500M	26



Торговые марки

Kingston и логотип Kingston являются зарегистрированными торговыми марками Kingston Technology Corporation. IronKey является зарегистрированной торговой маркой компании Kingston Digital, Inc. Все права защищены. Все остальные торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

Указанные ниже термины являются торговыми марками других компаний: Intel, Xeon и логотип Intel являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками корпорации Intel или ее дочерних компаний в США и других странах. Active Directory, Hyper-V, Microsoft, SQL Server, Windows, Windows Server и логотип Windows являются торговыми марками корпорации Microsoft в США или других странах. Названия других компаний, продуктов или услуг могут быть торговыми марками или знаками обслуживания других лиц.

